



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

Till- och bortförsel av fosfor i vallodling

– Sammanställning av analyser från 5 gårdar i Halland

Supply and removal of phosphorus in grasslands

- Compilation of analyzes from 5 Swedish farms.

Petter Gustafsson



Till- och bortförsel av fosfor i vallodling

Supply and removal of phosphorus in grassland

Petter Gustafsson

Handledare: Helene Larsson Jönsson Huvudhandledare, SLU, Inst. för Biosystem och teknologi.

Examinator: Håkan Asp, SLU, Inst. för Biosystem och teknologi.

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Examensarbete inom växtbiologi

Kurskod: EX0740

Program/utbildning: Lantmästare - kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2017

Omslagsbild: Johan Karlsson

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Vall, fosfor, organisk gödsel, stallgödsel, läckage, fosforläckage, fosforrestriktioner.



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för biosystem och teknologi

FÖRORD

Lantmästare - kandidatprogram är en treårig universitetsutbildning vilken omfattar 180 högskolepoäng (hp). En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur som analyserats. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 10 veckors heltidsstudier (15 hp).

Mitt intresse för vallodling har alltid varit stort, då det har varit den huvudsakliga grödan på gården där jag är uppväxt. Under tidigare kurser har kunskapen för vallodling ökat vilket gjorde det självklart för mig att skriva min kandidatuppsats om vallodling. Idén till studien kom från rådgivarna på Växa i Halland som jag träffade första gången under lantmästardagen 2015. Under hösten 2016 kom Växa med förslaget att undersöka fosforbortförsel i vallodling. Växa hade då under en tid märkt att de restriktioner som finns för spridning av stallgödsel inte stämde överens med grödans upptag av fosfor.

Jag vill passa på att rikta ett varmt tack till Anna Aurell som varit min kontaktperson på Växa Halland. Hon har hjälpt mig att få fram de analyser som behövts och hon har även fungerat som ett bollplank.

Samtidigt vill jag tacka min handledare Helene Larsson Jönsson som hjälpt mig under arbetets gång.

Jag vill även passa på att tacka de gårdar som ställt upp med analyser till studien.

Alnarp, maj 2017

Petter Gustafsson

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
SUMMARY	4
INLEDNING	6
BAKGRUND	6
MÅL	7
SYFTE/FRÅGESTÄLLNING	7
AVGRÄNSNING	7
LITTERATURSTUDIE	8
VALLEN I SVERIGE	8
FOSFOR	8
FOSFORNS KRETSLOPP	10
<i>Globalt</i>	10
<i>Gården</i>	10
VALLENS UPPTAG AV FOSFOR	11
ORGANISK GÖDSEL/STALLGÖDSEL	11
RESTRIKTIONER	12
LÄCKAGE FRÅN ÅKERMARK	13
YTAVRINNING	15
URLAKNING	17
MOTVERKA LÄCKAGE	17
MATERIAL OCH METOD	19
URVAL	19
BEARBETNING AV ANALYSER	19
RESULTAT	21
DISKUSSION	24
SLUTSATS	28
REFERENSER	29
SKRIFTLIGA	29
MUNTliga	31

SAMMANFATTNING

Syftet med studien är att ta upp de problem som finns med de fosforrestriktioner som finns i samband med organisk gödsling i vallodling.

Idén till arbetet kom från rådgivarna på Växa i Halland som har upplevt att flera av deras kunder har problem med att uppfylla fosforrestriktionerna. Det finns en lag som säger att det inte är tillåtet att sprida mer än 22 kg fosfor från organisk gödsel ha⁻¹ (hektar per år) spridningsareal under en 5-årsperiod. Gårdar med mycket djur kan få ytterligare fosforrestriktioner beroende på fältens fosforinnehåll. Syftet med arbetet är att belysa de problem som finns kring fosforrestriktionerna. Målet är att få fram verkliga siffror för 5 utvalda gårdars till- och bortförsel av fosfor.

I litteraturgenomgången framförs de viktigaste punkterna som berör fosforrestriktionen. De punkter som tas upp är fosfors betydelse för vallen, hur kretsloppet ser ut för fosfor, upptaget av fosfor i vallen, hur restriktionerna ser ut och läckaget av fosfor. Läckaget av fosfor är den stora anledningen till att fosfor är ett problem i dagens jordbruk. Fosfor läcker ut i sjöar och vattendrag genom utlakning och ytavrinning. Det största läckaget sker vid stora nederbördsmängder vilket är svårt att förhindra som lantbrukare. Dock finns det förebyggande insatser som gör att läckaget kan minska. Att förhindra markpackning, strukturstyrka och mylla ner gödseln är några exempel på hur en lantbrukare kan minska fosforläckaget.

Arbetet innehåller två delar, en del där den litteratur som finns inom området behandlas och en resultatdel där 5 halländska mjölkgårdars grovfoderanalyser, gödselplaner, P-AL tal och gödselanalyser har blivit analyserade. De gårdar som varit med i arbetet blev utvalda för att samtliga hade alla de analyser som behövdes och för att de på ett eller annat sätt har problem med fosforrestriktioner. Analyserna har bearbetats så att ett resultat där till- och bortförsel av fosfor har kunnat ställas mot varandra. På grund av tidsbrist har skördarnas storlek endast uppskattats av lantbrukarna och deras rådgivare.

Resultatet av studien visar på att det finns större bortförsel av fosfor än de 22 kg fosfor från organiskt gödsel som lantbrukarna får sprida. Dock har de gårdar som varit med i undersökningen alla spridit över 22 kg fosfor från organisk gödsel. Vilket medfört att 3 av 5 gårdar fick en högre tillförsel än bortförsel. De som hade högre bortförsel än tillförsel var de gårdar som hade spridit minst fosfor. Det framkom att sambandet mellan hög tillförsel av fosfor och överskott av fosfor var stort. Utifrån resultatet kan inte några direkta slutsatser dras, men undersökningen tyder på att en högavkastande vall för bort mer fosfor än 22 kg ha⁻¹. För att kunna säkerställa de resultat som denna studie visar behövs en mer omfattande studie där fler gårdar från olika delar av landet ingår. Det bör också göras mer noggranna mätningar av skördestorleken.

SUMMARY

The aim of this study is to illustrate the problem with the restrictions regarding phosphorus in organic manure for fertilization in grasslands.

The introduction of this subject came from advisors from the company Växa, located in the county Halland. These advisors have observed problems with restrictions regarding phosphorus in organic fertilization at the dairy farmers in the area. The farmers are restricted to apply a maximum of 22 kg organic phosphorus hectare⁻¹ during a five year period. Additional restrictions are added considering large farms with high amount of animals dependent on the phosphorus level in the soil. The main purpose of this study is to examine the problem with the phosphorus restrictions. The goal is to obtain real numbers of supply and removal of phosphorus from five different dairy farms in Halland.

The most important issues of the phosphorus restrictions are presented within the literature study.. The issues pointed out within this study that focus on grasslands are, the cycle of phosphorus, uptake of phosphorus in grasslands, the restrictions of phosphorus and the leakage of phosphorus. The leakage of phosphorus is the main problem in today's agriculture, because the phosphorus leaks to nearby lakes and rivers through surface-and groundwater leakage. The primary leakage is caused by heavy rainfall and is therefore impossible for farmers to prevent. The farmers can partly prevent the leakage with efforts like avoiding soil compaction, adding lime to improve the soil structure and use injector equipment on the manure machinery to mix the manure with the soil.

The study is divided in two parts, one literature part where the current literature is processed and one part where the result from the five dairy farms roughage analysis, P-AL analysis, plan for fertilization and manure analysis are presented. The farms were selected because they had all necessary analyses and they also had problems with phosphorus restrictions. The analyses have been processed in such a way that the results for supply and removal of phosphorus can be compared. Due to lack of time the farmers and their advisors have estimated the yield size.

The result of the study shows a bigger removal of phosphorus than the 22 kg organic phosphorus which the farmers today are allowed to spread. Despite the fact that all the farms in this study have applied more than 22 kg organic phosphorus, three of five farms had higher phosphorus supply than removal. The farms with higher phosphorus removal than supply were the ones with the lowest application of phosphorus. This indicate that no general conclusions could be set, but the study indicates that a high-yield grassland remove more phosphorus than 22 kg hectare⁻¹. In order to ensure what this study emphasizes, a future study that includes more farms is needed. In such a study accurate yield-size needs be measured.

INLEDNING

Bakgrund

Rådgivarna vid Växa Halland har noterat att i de vallfoderanalyser som de arbetar med skiljer sig fosforvärdena från de fosforvärden som Jordbruksverket har räknat fram i deras beräkningsredskap Vera (Aurell, 2016). Utifrån Jordbruksverkets beräkningar har det satts begränsningar på hur mycket organisk gödsel som får spridas. Detta medför att det finns en risk att lantbrukaren för bort mer fosfor i skörden än vad som är tillåtet att lägga tillbaka med stallgödseln.

Med växande miljöproblem och med betoning på ökad övergödning av Östersjön, ställs det allt större krav på lantbrukare runt om i landet. Följder blir att de svenska lantbrukarna allt fler restriktioner att rätta sig efter. Restriktioner för tillförsel av fosfor är en stor del i arbetet för lantbrukare som använder sig av organiska gödselmedel som till exempel gödsel från animalieproduktion.

Idag finns en allmän grundregel som säger att det inte är tillåtet att tillföra mer än 22 kg fosfor från organisk gödsel ha^{-1} spridningsareal, under en 5-årsperiod. Dessa regler gäller dock endast för gårdar med över 10 djurenheter (SJVFS, 2012:41).

Rådgivarna på Växa Halland har sett att lantbrukare som brukar marker med höga fosfortal kan få problem med tillförsel av stallgödsel på just dessa fält. Gårdar med över 100 djurenheter (nöt) är anmälningsskyldiga för att få driva sin verksamhet. För att kunna göra denna anmälan måste gårdarna uppfylla en rad villkor, några av dessa berör fosfor från organisk gödsel. För att få tillstånd att driva verksamhet med över 400 djurenheter (nöt) krävs att tillståndsskyldighet B uppfylls om miljöfarligt avfall (SFS, 2013:251). För att få tillstånd måste en rad miljökrav uppfyllas. Kraven bestäms enskilt för varje gård alltså finns inga bestämda villkor. Ett av dessa villkor innefattar restriktioner för tillförsel av fosfor via organisk gödsel till marker som har höga fosfortal, vilket kan medföra ett totalförbud av gödsling med organiska gödselmedel på dessa marker (Greppa näringen 2016b). Detta medför att lantbrukare som har areal med höga fosforvärden inte kan räkna med de markerna i sin spridningsareal även fast de varje år för bort stora mängder fosfor från dessa fält via vallskörden (Aurell, 2016).

För att kunna möta de högre kraven som ställs på lantbrukarna behövs mer kunskap om den fosfor vi för bort med vallskörden. Vallodlingen är en central del i ett animalieföretag med inriktning på mjölk- eller nötproduktion.

Rådgivarna vid Växa Halland upplever att kunskapen om vallskördarnas storlek samt fosforbortförsel är för låg. Därför kommer en litteraturstudie göras för att belysa anledningen till att fosforrestriktionerna finns och vad de bygger på. Analyser från några utvalda halländska gårdars vallskördar, gödselplaner, markkartering och gödselanalyser kommer också göras för att få fram verkliga fosfortal.

Mål

Målet med arbetet är att få fram verkliga siffror på skördebortförsel av fosfor från vallen och sedan jämföra dessa med de restriktioner som finns.

Syfte/Frågeställning

Syftet med arbetet är att belysa problem med de fosforrestriktioner som finns idag

- Är bortförseln av fosfor via vallskörden högre än den mängd som lantbrukaren får lägga tillbaka genom organisk gödsel?
- Är dagens lag ($22 \text{ kg organisk fosfor ha}^{-1}$) rimlig?
- Läcker en mark med höga P-AL tal mer än en mark med låga P-AL tal?

Avgränsning

Avgränsningar kommer vara att arbetet endast tar upp fosforinnehållet i vallen, fodret och de problem som finns med att sprida för mycket fosfor. En annan avgränsning är att arbetet endast kommer behandla 5 utvalda Halländska gårdars analyser.

LITTERATURSTUDIE

Vallen i Sverige

2015 odlades 1 137 900 hektar vall i Sverige. Det är nästan hälften av den totala åkerarealen i landet vilket betyder att vallen är i särklass Sveriges mest odlade gröda. Sedan 1990 har vallarealen ökat med ca 200 000 hektar (SCB, 2016). Vallen består normalt av en blandning med olika arter. De vanligaste arterna är timotej, rödklöver och rajgräs. Arterna varierar beroende på antal skördar/år och hur många år vallen ska ligga. Antalet skördar kan variera mellan 2-5 beroende på odlingens intensitet och vart i landet vallen växer (Jordbruksverket, 2015).

Vallens gödslingsbehov varierar beroende på antal skördar, skördenivå, mängden baljväxter, ålder och fosfor- respektive kaliumklass. Ett gödslingsexempel för en blandvall med 2 skördar, 20 % klöver och en skörd på 6 ton ts ha⁻¹ är 85 kg kväve ha⁻¹, 0-25 kg fosfor ha⁻¹ beroende på vilken P-AL-klass fältet har och 40-160 kg kalium ha⁻¹ beroende på vallens ålder och vilken K-AL-klass fältet har (Albertsson et al., 2016).

Gödslingsbehovet av fosfor (P) till vall beror främst på hur mycket lättlöslig fosfor som finns i marken. Kalktillståndet i marken påverkar hur tillgänglig fosfor är. Har marken fosforvärden i de övre P-AL-klasserna bör hänsyn endast tas till att det är balans mellan bortförsel och tillförsel, ligger marken däremot i de undre klasserna (1 eller 2) bör det gödslas något mer än vad som förs bort (Ericson, 2011).

Fosfor

För att bestämma en marks fosforinnehåll extraheras jord med AL- eller HCl-lösningar. Lättlöslig fosfor löses i ammoniumlaktat (AL)-lösning vilket har gett namn åt P-AL-tal som är det måttet som används för att bestämma mängden lättlösligt fosfor (se tabell 1). Den mer svårlösliga fosfor löses i HCl-lösning vilket har gett namn åt P-HCl-talet som är ett mått på den förrådsfosfor som finns (Eriksson et al., 2011). Denna metod används främst i Sverige, Norge och Centraleuropa. Danmark tillämpar en metod där bikarbonat används för att mäta mängden löst fosfor (Bertilsson et al., 2005).

Brist på fosfor i en växt kan leda till dålig blomning, försenad mognad, små klena plantor och låg frökvalitet. Fosfor ingår i växtens ATP, DNA, RNA och i cellmembranens fosfolipider. En grödas behov av fosfor kan uppgå till 20 kg ha⁻¹ (Eriksson et al., 2011) ibland kan dock mer gödsel behövas om marken är i fosforklass 1 (Albertsson et al. 2017).

Tabell 1. Markens P-AL och P-HCl värden. Tabellen visar mg P/100 g lufttorkad jord. (Bergström et al., 2008). Omarbetad av P Gustafsson.

Klass	P-AL	P-HCl
I	<2	<20
II	2,0-4,0	20-40
III	4,1-8,0	41-60
IV A	8,1-12,0	61-80
IVB	12,1-16	61-80
V	>16	>80

Fosfor kan förekomma på två olika sätt i marken, löst i marklösningen och bunden i mer eller mindre svårtillgängliga former. Mängden löst fosfor i marklösningen är ca 0,05 kg/ha på en åkermark, jonerna divätefosfat (H_2PO_4^-) och vätefosfat (HPO_4^{2-}) förekommer i marklösningen. Vid ett pH på 7,2 är det jämvikt mellan jonerna, blir det surare än 7,2 ökar mängden divätefosfat. Blir det däremot mer basiskt ökar andel vätefosfater (Eriksson et al., 2011). Växten tar upp fosfor som finns löst i markvätskan vilket är i form av dessa fosfatjoner (Bergström et al., 2008).

Bunden fosfor kan delas upp i organiskt bunden och oorganiskt bunden fosfor. Organiskt bunden fosfor uppgår till ca 30-60% av den totala mängden fosfor i en matjord och utgör en viktig fosforkälla för grödorna. Den oorganiska fosfor är i regel mycket hårt bunden och blir därför svåråtkomlig för växterna. För att bryta ner den organiskt bundna fosfor krävs en biologisk nedbrytning, vilket gör att organiskt bunden fosfor räknas som hårt bunden. Organiska föreningar av fosfor bryts ner av mikroorganismer och blir då snabbare tillgänglig för växterna (Eriksson et al., 2011).

Lösligheten av fosfor varierar med pH värdet i marken. Störst löslighet är det mellan pH 6 och 7 därför är det viktigt att kalka om marken har ett pH under 6. Är pH över 7 bör det istället inte kalkas eftersom det då kan bildas kalciumfosfat som är svårlösligt (Fogelfors, 2015).

Vid fosforgödsling ska gödslingen anpassas efter den tilltänkta grödans behov (se tabell 2) (Albertsson et al., 2017). För att få en kostnadseffektiv gödsling måste den förväntade skördeökningens värde med kostnaden för gödningen jämföras. Därför är det viktigt att anpassa gödslingen efter det aktuella priset (Bertilsson et al., 2005). Detta görs med hjälp av markens fosfortillstånd. Marken delas upp i olika fosforklasser beroende av vilken mängd tillgänglig fosfor den innehåller. Klasserna har också en ekonomisk synvinkel, vilket betyder att de tar hänsyn till gödslingens lönsamhet (Albertsson et al., 2017).

Tabell 2. Riktgivor för fosforgödsling (Albertsson et al., 2017). Omarbetad av P Gustafsson.

Skördenivå		Bortförsel av Fosfor	Rekommenderad fosforgiva kg/ha				
Gröda	Ton/Ha	kg/ha	I	II	III	IV	V
Slåttervall, Ts	6	14	25	15	10	0	0
Betesvall på åker			15	5	0	0	0
Vårsäd	5	17	25	20	15	5	0

Fosforns kretslopp

Globalt

Jordbrukets kretslopp av fosfor baseras på grundregeln att det ska tillföras lika mycket som förs bort från åkern (Johnson, 1998). Globalt sett finns ett överskott av fosfor i marken i områden med hög animalieproduktion, som i norra Kina, medan områden med export av fodergrödor är halterna av fosfor låga, som i mellänvästern i USA, (se tabell 3). För att få en balanserad fosforanvändning bör den bli mer effektiv och stallgödsel måste återföras till den mark där fodret producerats (Graham et al., 2011).

Tabell 3. Fosforbalans på tre platser i världen (Kg P ha⁻¹). (Vitousek et al., 2009).
Omarbetad av P Gustafsson.

	Västra Kenya	Norra Kina	Mellanvästern i USA
Tillförsel och bortförsel			
Total tillförsel	8	92	14
Total bortförsel	7	39	23
Tillförsel minus bortförsel	1	53	-9

Gården

På gårdsnivå finns dels fosforförluster via försäljning av livsmedel (mjölk, kött, spannmål), men förluster förekommer också via ytavrinning/erosion och utlakning till dräneringsvatten. Tillförsel av fosfor som inte redan finns på gården via stallgödsel och skörderester är främst i form av mineralgödsel. Det förekommer även tillförsel via slamgödsling men det är mer ovanligt (Fogelfors, 2015).

Det mesta av fosfor som återfinns i stallgödseln kommer från det djuren på gården har konsumerat. En foderstat av enbart grovfoder och spannmål skulle minska fosforkoncentrationen i gödseln. Dock blandas ofta inköpt kraftfoder och mineraler in i foderstaten som innehåller fosfor vilket bidrar till fosfortillförsel på gården (Steineck et al., 2000).

Vallens upptag av fosfor

Då vallen består av flera olika arter har den olika fosforupptag beroende av artsammansättningen. Vanligen består en svensk vall av 10-30 % klöver och 70-90 % gräs (Jordbruksverket, 2015).

Från en studie gjord på Nya Zeeland konstateras att olika arter har olika fosforupptag. Det går även att konstatera att mängden fosfor i marken spelar in på vilken art som tar upp mest fosfor. I den Nya Zeeländska studien har gräs jämförts med baljväxter och då främst klöver. Studien kom fram till att fosforupptaget är högst hos klöver (3,84 g P/försöksyta) när det finns rikligt med fosfor i marken jämfört med gräsarterna (2,81 g P/försöksyta). Är fosformängden i marken låg tar dock gräsarterna upp mer fosfor (2,72 g P/försöksyta) än vad baljväxterna gör (1,78 g P/försöksyta). Det framgår dock inte av studien vad som menas med låga respektive höga mängder av fosfor i marken. Jämförelse mellan olika gräs ger till exempel engelskt rajgräs lägre respons på fosforgödsling än vad rörsvingel gör. För klöver var fosforupptaget högst hos vitklöver och alsikeklöver (Caradus, 1980).

Grödans upptag av fosfor påverkar fosforutlakningens storlek. Dock är det svårt att veta hur upptag och utlakning hänger ihop. Skördepotential är en faktor som påverkar grödans fosforupptag (Geranmayeh & Aronsson 2015). Normalt är bortförseln av fosfor via grödan jämn oavsett gröda. Vid försök har bortförseln av fosfor via skörd varit 20 kg ha⁻¹ i medel beroende av skördestorlek (Ulén et al., 2004). Är grödan stor och frodig och har ett stort rotsystem tar den upp mycket fosfor till skillnad från en gröda som växt dåligt och således har ett litet rotsystem (Geranmayeh & Aronsson 2015).

Organisk gödsel/stallgödsel

Organiska gödselmedel är ämnen av biologiskt ursprung som kan användas som gödselmedel (SJVFS, 2012:41). Det vanligaste exemplet på ett organiskt gödselmedel är stallgödsel, men det kan även vara rötrest, slam eller benmjöl. Stallgödsel förekommer i fyra former: flytgödsel, fastgödsel, djupströgödsel och urin (Delin & Engström, 2014).

Flera näringsämnen så som kväve, fosfor och kalium finns i stallgödseln (Delin & Engström, 2014). Stallgödseln innehåller ca 90 % oorganisk fosfor och ca 10 % organisk fosfor. Fosfatjoner som växterna tar upp kan komma både från organiskt bunden fosfor och oorganiskt bunden fosfor (Bergström et al., 2008). Organisk gödsel i form av stallgödsel har under det första året en lägre fosforeffekt än mineralgödsel men under en längre period blir fosfor i stallgödsel lika tillgänglig som den är i mineralgödsel. För att få en bättre fosforeffekt bör gödseln placeras intill grödan. Kvävet är bundet på olika sätt beroende av gödseltyp. I flytgödsel är kvävet lättillgängligt i form av ammonium. Dock är tillgängligheten av kväve i fastgödsel sämre på kort sikt (Delin & Engström, 2014).

Tabellvärden (se tabell 4) finns för växtnäringsinnehållet i stallgödsel. Dock är dessa värden inte helt tillförlitliga då växtnäringsinnehållet kan variera. Det kan dels vara på grund av vilken form och vilket djurslag gödseln kommer från. Variationer finns även från gård till gård även fast de har samma djurslag. Variationen beror på utfodring, djurens avkastning (kött, mjölk) och lagringsförhållanden. För att få veta exakt hur mycket av de olika näringsämnen som finns i stallgödsel bör det göras en analys av gödseln (Malgeryd et al., 2002).

Tabell 4. Riktvärden växtnäringsinnehåll i stallgödsel, kg/10 ton. (Jordbruksverket, 2016). Omarbetad av P Gustafsson.

Gödseltyp	Kväve	Fosfor	Kalium
Fastgödsel, nöt	52	15	50
Fastgödsel, höns	117	40	50
Flyt, nöt 9 % ts-halt	43	6	38
Flyt, slaktsvin 8 % ts-halt	36	8	19

Restriktioner

I Sverige finns en lag som säger att det är förbjudet att sprida mer än 22 kg fosfor från organisk gödsel ha⁻¹. Detta är en lag som gäller för hela landet. Det finns även ett flertal andra lagar kring spridning av stallgödsel/organiska gödselmedel. Från och med 1 november till 28 februari är det helt förbjudet att sprida gödsel i de känsliga områdena (se tabell 5). De delar av landet som inte befinner sig i känsligt område har inget förbud under vintermånaderna för spridning av organisk gödsel. Dock måste gödseln brukas ner inom 12 timmar mellan 1 december-28 februari. Det finns även restriktioner när det gäller spridningsteknik. För spridning av flytgödsel i Blekinge, Skåne och Hallands län måste slangspridning eller spridning med myllningsaggregat användas (SJVFS, 2012:41). För att få ett miljötillstånd tillkommer ofta villkor om förbud att sprida stallgödsel på marker med redan höga fosfortal (Greppa näringen, 2016b). I Skåne, Blekinge och Halland finns det ett förbud om spridning av flytgödsel om det inte är i en växande gröda eller inför sådd av höstoljeväxter. För spridning till höstspannmål måste jorden ha en lerhalt över 15 %. Fastgödsel (utom fjäderfägödsel) får spridas på obevuxen mark mellan augusti och oktober såvida den brukas ner inom fyra timmar. Alla dessa restriktioner är till för att minska växtnäringsläckaget från åkermarken (Aronsson & Johnsson, 2017).

Innan det började användas konstgödsel i Sverige var fosfor en skördebegränsning. Därför gödslades det rikligt med fosfor när konstgödseln kom till Sverige vilket skedde på 1960 och 1970-talet. Detta ledde till att markens fosfortal steg och fosfor blev inte längre skördebegränsande. Däremot har gödslingen med stallgödsel varit konstant sedan slutet av 1920-talet (Steineck et al., 2000).

Restriktioner för stallgödsel har funnits under en längre tid. Redan i slutet av 1960-talet fanns det regler för lagringskapacitet. På 1980-talet kom den första regleringen för hur

mycket stallgödsel som fick spridas. Målet med regleringen som kom på 80-talet var främst för att minska kväve gödslingen men i och med Sveriges inträde in EU 1995 kom även restriktioner för fosfor. Även nitratkänsliga områden infördes vid EU inträdet och efter uppdateringar på 2000-talet av de nitratkänsliga områdena täcker de idag ca 75 % av den svenska åkermarken. År 2006 infördes den nuvarande regleringen som innebär att en gård inte får producera mer stallgödsel än att gårdens spridningsareal täcker det utslaget på en femårsperiod. I känsliga områden finns även en reglering för spridning av kväve. Detta kan påverka spridningen av stallgödseln beroende på stallgödselns innehåll av fosfor (Aronsson & Johnsson, 2017).

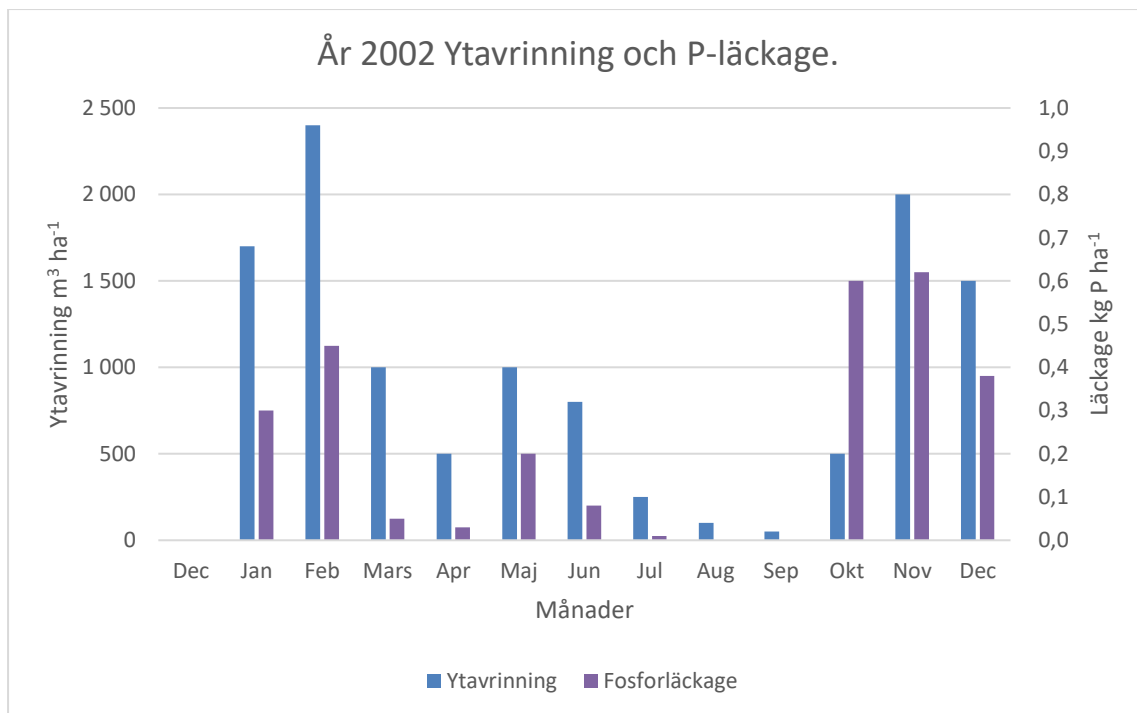
Läckage från åkermark

Övergödning och algbloomning i hav och sjöar är ett stort problem runt Sveriges kuster. Algbloomningen är inte det enda problemet till följd av övergödning, även produktionen av växter ökar vilket får konsekvensen att sjöar växer igen (Greppa näringen, 2016a). Läckaget av fosfor från åkermarken är en stor orsak till detta (Ulén, 2002).

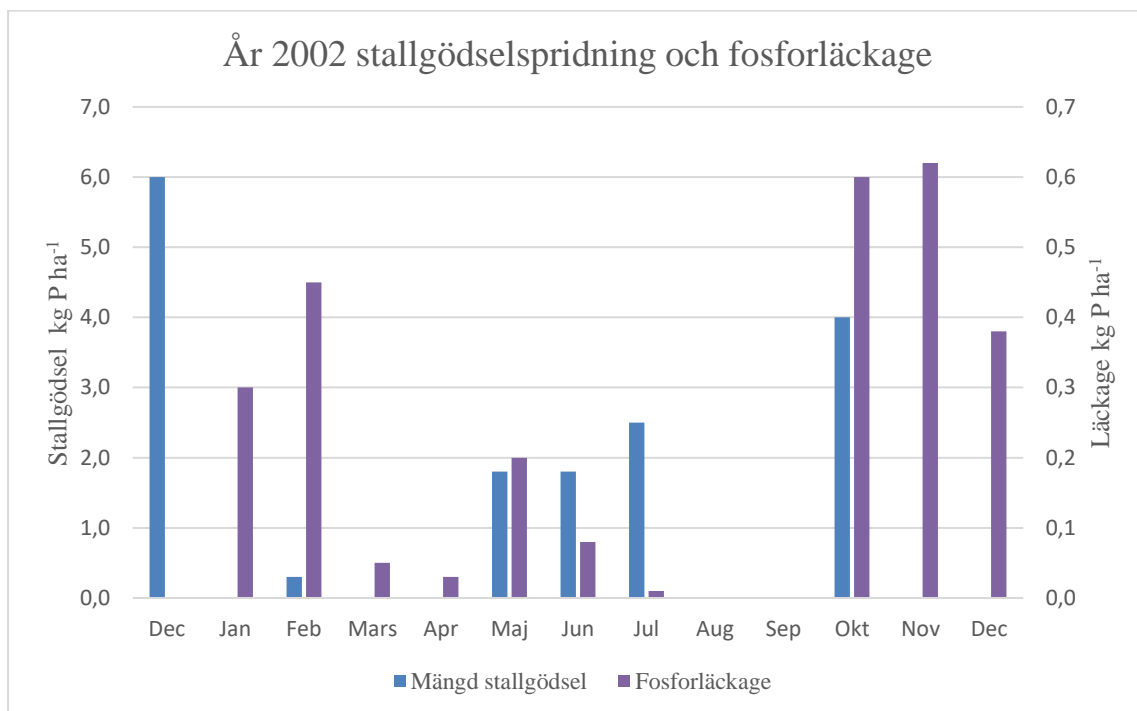
Som nämnts i tidigare avsnitt kan fosforläckage från åkermarken ske via urlakning och ytavrinning (Fogelfors, 2015). Det mesta av fosforförlusterna sker periodvis då det är höga vattenflöden som vid skyfall eller snösmältning (Djodjic, 2001).

I en studie som gjorts av Aronsson et al., (2014) framkom det att det finns skillnader av läckage beroende på om stallgödseln nedbrukas eller ej. Studien är gjord med gris respektive nötflyt vilket kan ha effekt på resultatet. En vall gödslad med flytgödsel från nöt läckte 0,37 kg P/ha vid en tillförsel av 17 kg P/ha. Detta jämfördes med en spridning av grisflyt med nedbrukning efter vårsäd. Denna höstspridning på 13 kg P/ha läckte 0,16 kg/ha. Detta ska jämföras med en ogödslad ruta som läckte 0,07 kg P/ha. Försöket visar att en nedbrukning av flytgödsel kan motverka läckage av fosfor (Aronsson et al., 2014).

Tidpunkten för gödsling av vall påverkar läckaget. Vid Aronssons studie kunde tydligt visa att vårspridning av flytgödsel i vall inte påverkade läckaget, dock gjorde en höstspridning att läckaget från vall blev dubbelt så stort som det var för den nedbrukade gödseln efter vårgroddan (Aronsson et al., 2014). Är vallen vattenmättad vid spridning eller om den efterföljande vintern blir nederbördsrik kan läckaget bli ännu större (Ulén, 2002). Detta har visats via regnsimulering i ett försök i Skåne där fosforläckaget ökade vid högre regnmängder (Ulén & Lindvall, 2009). Även ett försök från Irland har visat att det är högst läckage vid stora nederbörds-mängder. Försöket på Irland visade att de tre blöta månaderna (oktober, november och december) stod för 45 % av det årets läckage (se figur 1). Försöket visade även att spridning av stallgödsel under tider då det inte är växtsäsong kraftigt ökar risken för läckage (se figur 2) (Lewis et al., 2013).



Figur 1. Ytavrinning och P Läckage från ett Irländskt försök där läckaget av stallgödselspridning i vall undersökts (Lewis et al., 2013). Omarbetad av P Gustafsson.



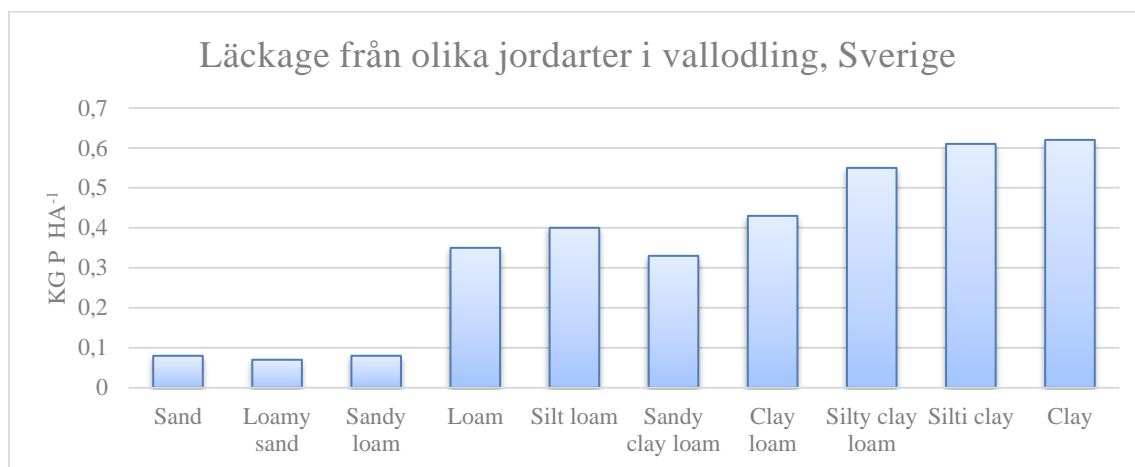
Figur 2. Stallgödselspridning och läckage från ett Irländskt försök där läckaget av stallgödselspridning i vall undersökts (Lewis et al., 2013). Omarbetad av P Gustafsson

En studie gjord mellan 1989 och 2003 i halländska Mellby (sandjord) har visat att även om kraftig överdosering av stallgödsel (58 kg P ha^{-1}) i form av grisflyt blev läckaget i medeltal $0,17 \text{ kg P ha}^{-1}$. Detta är under medelläckaget i Sverige som ligger på $0,3\text{-}0,4 \text{ kg}$

P ha^{-1} och år. Förklaringen till det låga läckaget kan vara alvens innehåll av järn och aluminium som har en förmåga att binda fosfor (Liu et al., 2012).

En sammanställning av åtta olika studier av stallgödsling på marker med höga fosfortal har visat att det inte finns någon ökning av fosforläckage på grund av att marken har höga fosfortal (Greppa näringen, 2016a).

Fosforläckaget påverkas också av jordarten. Som figur 3 visar läcker en lerjord betydligt mer än en sandjord (Johnsson et al., 2005). I lerjordar transporteras fosfor med hjälp av vattnet mycket snabbt via maskgångar, sprickor och rotkanaler till dräneringen när jorden är vattenmättad (Djodjic, 2001).



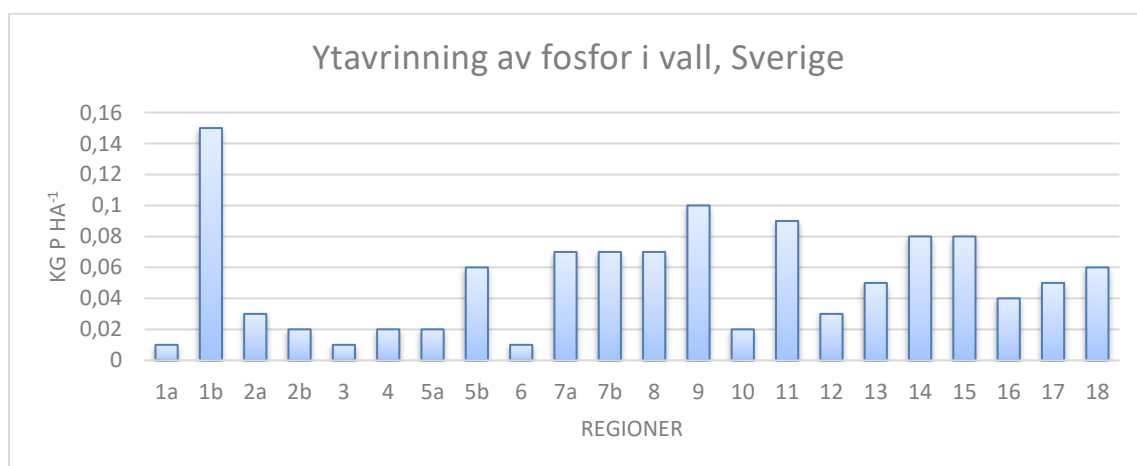
Figur 3. Läckage för olika jordar vid vallodling (Johnsson et al., 2008). Omarbetad av P Gustafsson.

Ytavrinning

Regnvatten kan i princip bara ta två vägar för att komma ut i ett dike, ytavrinning eller urlakning via dräneringen. Vid ytavrinning kan vattnet medföra erosion som tar med sig små och stora partiklar innehållande fosfor. Det kan även finnas fosfor i avrinnande vattnet. Vattnet kan innehålla lösta fosfater eller organiskt bunden fosfor (Bergström et al., 2008). Lutande fält riskerar att öka ytavrinningen då det lätt bildas floder av vatten vid stora regnmängder eller snösmältning. Dock visar Naturvårdsverkets rapport om läckage av näringsämnen att fosforförluster via ytavrinning vid lutande vallar nästan är lika jämfört med en vall som inte lutar. Däremot är skillnaderna stora när det gäller vårsäd (Johnsson et al., 2008). Figurerna 4 och 5 visar hur mycket ytavrinning respektive urlakning av fosfor som Naturvårdsverket har genom deras ICECREAM-modell som bygger på simuleringar av odlingsåtgärder och klimatförutsättningar påverkan på läckaget av fosfor. Efter denna modell har de kunnat bestämma hur mycket olika regioner i Sverige läcker (Johnsson et al., 2008).

Tabell 5. Läckageregioner och känsliga områden i Sverige (Johnsson et al., 2008, SJVFS 2012:41)

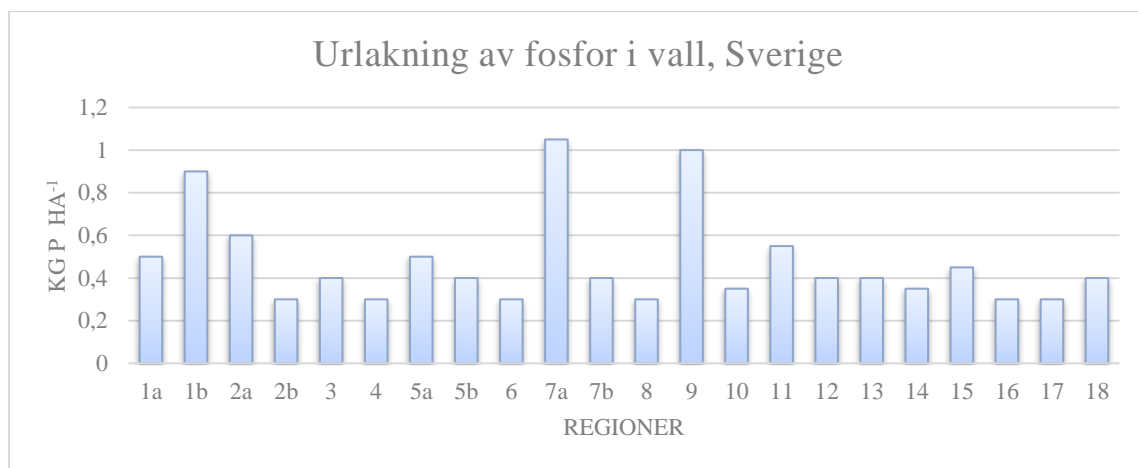
Beteckning	Läckageregioner	Känsliga områden
1a	Skåne och Hallands slättbygder, (Skånedelen)	Ja
1b	Skåne och Hallands slättbygder, (Hallandsdelen)	Ja
2a	Sydsvenska mellanbygden, Skånedelen	Ja
2b	Sydsvenska mellanbygden, Blekinge- och Kalmardelen	Ja
3	Öland och Gotland	Ja
4	Östgötaslätten	Ja
5a	Vänerslätten, södra delen	Ja
5b	Vänerslätten, norra delen	Ja
6	Mälar- och Hjälmabygden	Ja
7a	Sydsvenska Högländet, västra delen	Nej
7b	Sydsvenska Högländet, östra delen	Delvis
8	Östsvenska dalbygden	Delvis
9	Västsvenska dalbygden	Nej
10	Södra Bergslagen	Delvis
11	Västsvenska dalsjöområdet	Nej
12	Norra Bergslagen	Delvis
13	Östra Dalarna och Gästrikland	Nej
14	Kustlandet i nedre Norrland	Nej
15	Kustlandet i övre Norrland	Nej
16	Nordsvenska mellanbygden	Nej
17	Jämtländska siluområdet	Nej
18	Fjäll- och moränområdet	Nej



Figur 4. Beräknade mängden avrunnen fosfor för olika regioner (se tabell 5) i Sverige (Johnsson et al., 2008). Omarbetad av P Gustafsson.

Urlakning

Fosfor kan vid blöta förhållanden snabbt rinna igenom jorden och mynna ut i dräneringsvattnet. Detta kan ske även fast växtligheten är hög i vallen (Ulén, 2002). Dock har gräset i vallen en stabiliserande effekt på jorden vilket gör att det utgör ett filter mot partikelbunden fosfor (Ulén, 2002). Som figur 1 och 2 visar är förlusterna störst via urlakning.



Figur 5. Beräknade mängden urlakad fosfor för olika regioner (se tabell 5) i Sverige (Johnsson et al., 2008). Omarbetad av P Gustafsson.

Motverka läckage

För att åtgärda fosforläckage på rätt sätt är det viktigt att markägaren är medveten om riskzonerna. Riskfaktorer kan finnas på ett fält men de kan också finnas i odlingstekniken.

Genom att göra en karta över fältet där markägaren markerar ut de områden som har hög respektive låg risk för läckage är det enkelt att sätta in åtgärder (Bergström et al., 2008). För att förhindra avrinningen på de ställen som anses vara i riskzonen är en gräsbevuxen skyddszon ett bra alternativ. En gräsbevuxen skyddszon kan minska fosforförluster via ytavrinning med 50 % vilket betyder att även en vall kan minska ytavrinningen med

uppemot 50 % (Rankinen et al., 2001). Skyddszoner är som effektivast i regioner med hög nederbörd (Johnsson et al., 2013).

Fosfordammar är ett sätt att fånga upp fosfor som runnit ut i vattendragen, dock fångar dammarna främst upp partikelbunden fosfor. För att fånga löst fosfor har filter som är placerade efter en fosfordamm visats vara en effektiv lösning (Geranmayeh & Aronsson, 2015).

Studier har visat att odlingsåtgärder kopplat till grödan som jordbearbetning har liten inverkan mot fosforläckage. Det som spelar in på hur stort läckaget blir är väder med mycket nederbörd och då framförallt vid gödslingstidpunkten (Geranmayeh & Aronsson, 2015). Vid stora nederbördsmängder är det viktigt att se till att marken kan absorbera så mycket vatten som möjligt. En viktig åtgärd för att detta ska kunna ske är att motverka markpackning. Därför bör packning av jorden undvikas vilket kan göras genom låga däcktryck, undvika körningar med tunga maskiner, använda sig av fasta körspår och undvika att köra på fältet vid blöta förhållanden (Bergström et al., 2008).

En högvakastande gröda kan ta upp mycket fosfor under växtsäsongen, men de största förlusterna sker inte under växtsäsongen vilket gör att en stor gröda har liten effekt på hur mycket fosfor marken läcker. En odlingsåtgärd som har visat sig ha viss effekt är plöjning vilket har gett lite mindre avrinning och något mindre grumligt vatten (Geranmayeh & Aronsson, 2015). Minskad jordbearbetning kan också minska ytavrinningen genom att de skörderester som lämnas kvar i markytan ökar infiltrationen i marken (Bergström et al. 2008). En odlingsåtgärd som visats ge goda effekter är strukturralkning. Strukturralkning ger ökad aggregatstabilitet vilket har medfört mindre läckage vid flera försök (Geranmayeh & Aronsson, 2015). Nedmyllning av stallgödsel är också ett effektivt sätt att minska fosforläckaget. Vid nedmyllning får fosfor i gödseln direkt kontakt med jordpartiklarna vilket ökar chansen att behålla fosfor i markprofilen (Djodjic, 2001).

För att grödan ska kunna ta upp så mycket fosfor som möjligt är det viktigt att pH-värdet är rätt. Ett pH-värde under 6,5 minskar tillgängligheten för fosfor i marken. För att motverka för låga pH-värden är det viktigt att kalka jordar (Johnson, 1998). Dock har jorden en högre absorberingsförmåga av fosfor vid mycket höga eller låga pH-värden (Ulén, 2005).

MATERIAL OCH METOD

Arbetet består av två delar, en litteraturdel och en analysdel. Den litteratur som använts har blivit insamlad från olika söktjänster och tryckt litteratur. De söktjänster jag använt mig av är google scholar, SLU:s söktjänst primo och Web Of Science. Litteraturen består av vetenskapliga artiklar, artiklar från tidskrifter, faktablad, läroböcker och information från olika internetsidor.

I analysdelen har grovfoderanalyser, gödselanalyser, markkartor och gödselplaner kommit från Växa i Halland som har hjälpt till att välja ut analyser från fem lämpliga gårdar i Halland. Analyserna är från 2016 års skörd och gödsling (markanalyserna och gödselanalyserna kan vara från andra år). De valda gårdarna har mjölkproduktion och en intensiv vallproduktion med 4 skördar per år. Storleken på skördarna har lantbrukarna tillsammans med rådgivare från Växa uppskattat. Detta är inte en optimalt metod men då tiden varit knapp har det inte funnits möjlighet att väga skördarna. Gårdarna har fått svara på om det funnits något som avvikit från det normala för skörden det aktuella året så som torka, översvämning eller stora viltskador på de skördade fälten.

Urval

Växa har många kunder runt om i Halland, vissa är mer begränsade av fosforrestriktioner än andra. Analyserna som bearbetats i arbetet kommer från gårdar som på något sätt påverkas av fosforrestriktioner. Dessa gårdar valdes inte bara för att de berörs av restriktionerna utan också för att de regelbundet tar grovfoderanalyser, gödselanalyser, markkartering och har väl uppdaterade gödselplaner. För att få tillgång till deras analyser var det också viktigt att de gav sitt medgivande.

Bearbetning av analyser

Från grovfoderanalyserna har mängd fosfor per kg ts grovfoder (gräs) hämtats. Gårdarna har ofta flera analyser på olika partier grovfoder. Därför har ett medelvärde på fosforinnehållet räknats ut för hela 2016 års skörd. Denna mängd har sedan multiplicerats med den troliga skördestorleken för att få fram hur mycket fosfor som förts bort via skörden. Dessa analyser är tagna från silon vilket medför att det finns en viss risk att fosfor försvunnit via lagringsförluster.

Från gödselplanerna har information om vilka mängder fosfor som lagts på vallarna tagits. Gödselplanerna har också fungerat som underlag för att visa hur mycket vallareal som funnits det aktuella året. Den totala mängden fosfor som spridits på vallarna har delats med totala arealen vall vilket gav ett medelvärde för hur mycket fosfor som spridits per hektar.

De två värden som räknats ut har sedan subtraherats med varandra för att få fram om det tillförts mer fosfor än vad som förts bort eller om det förts bort mer än det tillförts.

Gödselanalyserna har använts som en kontroll att de fosforvärden som finns i gödselplanerna stämmer.

Utifrån markkartorna har P-AL värden från alla fält på varje gård kunnat utläsas, värdena är mg P/100 g lufttorkad jord. Från dessa värden har ett medelvärde för varje gård räknats ut. Utifrån medelvärdet av mg P/100 g lufttorkad jord (se tabell 1) har sedan fosforklassen kunnat bestämmas.

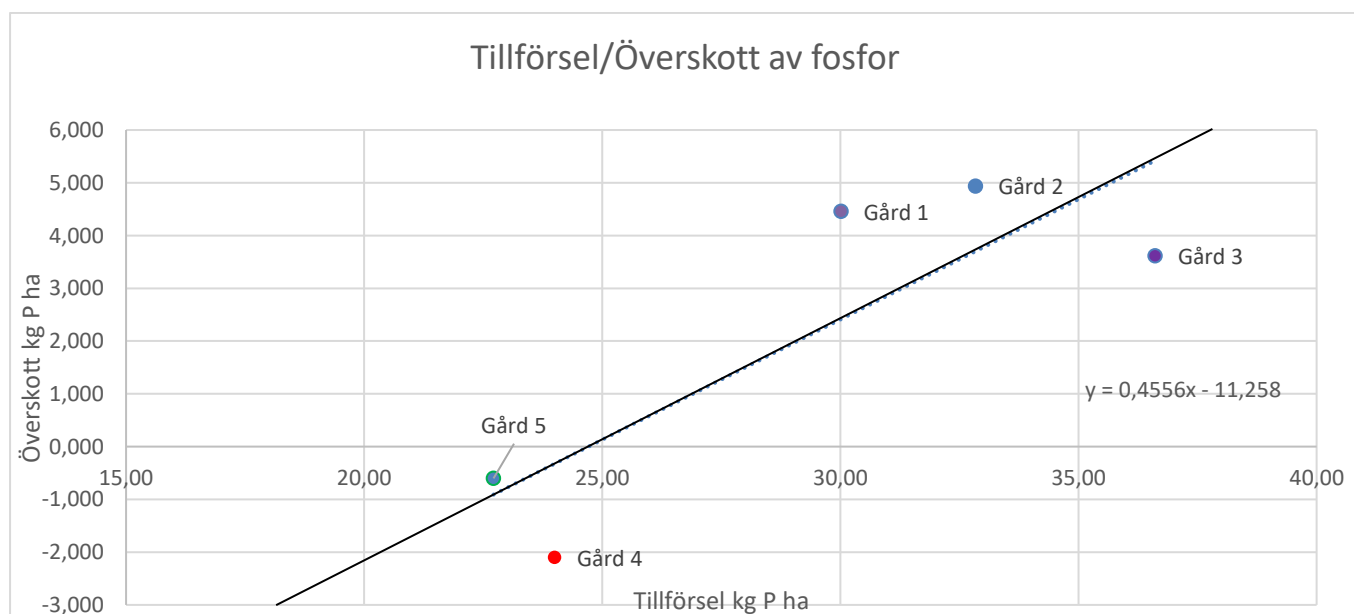
RESULTAT

Resultatet som visas i tabell 6 är från 2016 års skörd och gödsling. Alla gårdar som deltagit i studien sprider endast fosfor på vallarna genom stallgödsel. Växtsäsongen 2016 led delar av Halland av torka med ca 15 % mindre nederbörd än normalt (SMHI U.Å). De gårdar som uppgett att de påverkats av torkan är gård 1, gård 2, gård 4 och gård 5. Detta påverkar resultatet i den utsträckning att gödselmängderna är beräknade för en högre skörd vilket kan ha gett något högre värde än normalt för tillförsel minus bortförsel (se tabell 6).

Tabell 6. Resultat från gödselplan och grovfoderanalys.

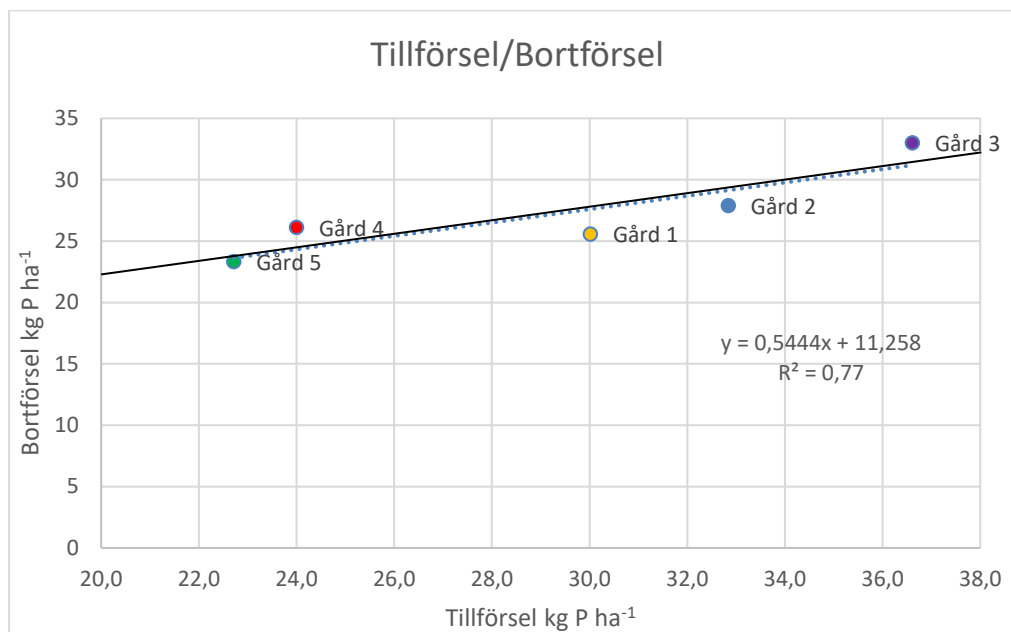
Gårdar	Tillförsel P (kg ha ⁻¹)	Bortförsel P (kg ha ⁻¹)	Skörd (kg ts ha ⁻¹)	Tillförsel P minus bortförsel P (kg ha ⁻¹)
Gård 1	30,0	26	9000	4
Gård 2	32,8	27,9	9000	4,9
Gård 3	36,6	33	10000	3,6
Gård 4	24	26,1	9000	-2,1
Gård 5	22,7	23,3	8900	-0,6
Medel	29,2	27,2	9180	2,1

Resultatet från tabell 6 visar att 3 av 5 gårdar har en högre tillförsel av fosfor än vad de för bort via skörden och 2 av de 5 gårdarna för bort mer fosfor än vad de tillför. Medelvärde för alla 5 gårdar visar att i snitt gödslas 2,1 kg mer fosfor än vad som förs bort via skörden. Det bör noteras att alla gårdar har gödslat över 22 kg fosfor ha⁻¹ som är över gränsen för vad som får gödsla med organiska gödselmedel. Detta betyder att om lantbrukaren följer lagen gödslas de aktuella fälten inte alls med fosfor från organiskt gödsel vissa år.



Figur 6. Samband mellan tillförsel av fosfor och överskott av fosfor.

I figur 6 visas ett tydligt samband mellan hög tillförsel av fosfor och överskott efter skörd. P-värdet för figur 6 är 0,077 vilket betyder att det finns en tendens till ett samband mellan tillförsel och överskott av fosfor.



Figur 7. Samband mellan tillförsel av fosfor och bortförsel av fosfor.

I figur 7 visas en tendens till ett positivt samband mellan till- och bortförsel av fosfor då P-värdet är 0,051. Hade P värdet varit under 0,05 finns ett statistiskt samband.

Alla gårdar tillämpar nästan enbart en vallblandning med både baljväxter och gräs.

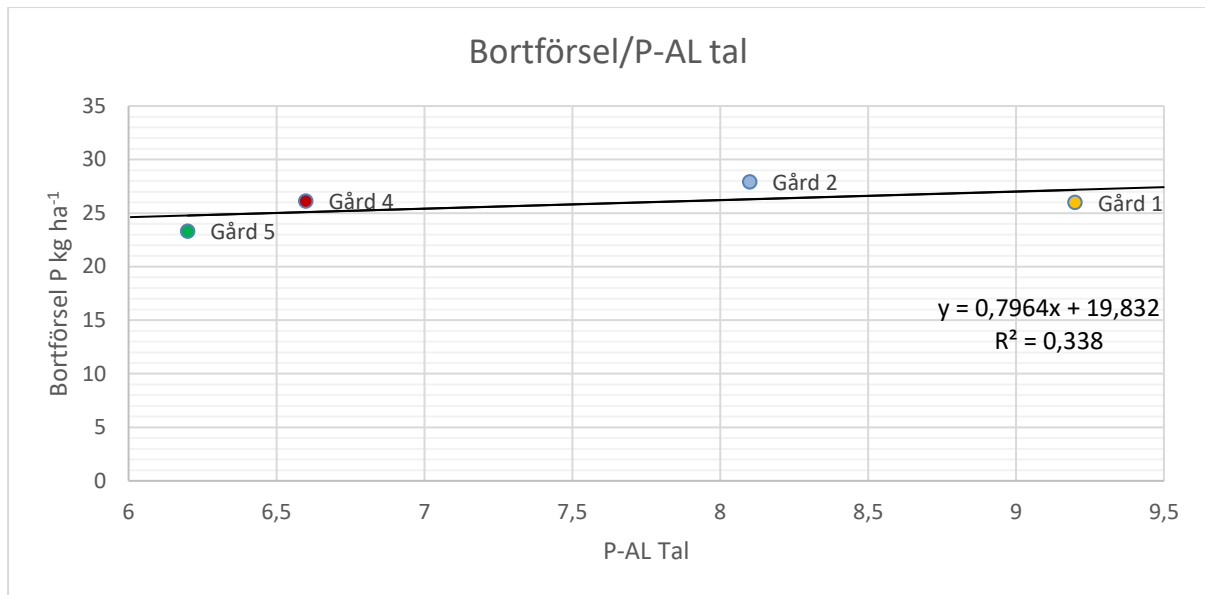
Andelen baljväxter har inte kunnat mätas exakt men gårdarna har uppgett att de sått 20-30 % baljväxter vid etableringen. Gård 3 har ett fåtal hektar med endast gräsarter.

I tabell 7 visas ett snitt av de P-AL värden som finns på de utvalda gårdarna. Det är svårt att se några direkta sammanband via fosforbortförsel och P-AL klass men gård 1 som ligger i en högre fosforklass än gård 4 och 5 för bort lika mycket fosfor som gård 4 och mer än gård 5. Detta kan även bero på skillnaden som finns i gödslingen.

Tabell 7. P-AL tal och klass för de olika gårdarna.

Gårdar	P-AL tal	P-AL Klass
Gård 1	9,2	IV A
Gård 2	8,1	IV A
Gård 3	*	
Gård 4	6,6	III
Gård 5	6,2	III

*Det har inte funnits möjlighet att få tillgång till gårdens P-AL tal.



Figur 8. Samband mellan P-AL tal och bortförsel av P.

Figur 8 visar att det inte finns något statistiskt samband mellan bortförsel av fosfor och P-AL tal då P-värdet är 0,42.

DISKUSSION

Lagen om 22 kg fosfor från organisk gödsel ha^{-1} är samma oavsett var i Sverige vallen odlas (SJVFS 2012:41) vilket enligt mig är motsägelsefullt av flera anledningar. En anledning är den varierande odlingsintensiteten. Enligt Jordbruksverket (2015) varierar antalet vallskördar från 2 till 5 i Sverige vilket även kan betyda att mängden skördat gräs varierar. Som resultatet i studien visar (tabell 6) varierar bortförseln av fosfor med skördens storlek. Gård 3 som har en skörd på 10 000 kg ts ha^{-1} för bort mest fosfor och gård 5 som skördar 8900 kg P ha^{-1} för bort minst. Gård 3 har även det största överskottet av fosfor och gård 5 har nästan jämvikt mellan till- och bortförsel av fosfor (se tabell 6). Överskott ger även en större risk för högre läckage vilket inte är önskvärt. Storleken på skörden är troligen inte det enda som påverkar bortförseln av fosfor. Andra faktorer som exempelvis tillförsel av fosfor och vallens sammansättning påverkar bortförseln, men skördestorlekens påverkan är en av de största.

Jordbruksverket (2015) säger att en vall i Sverige består av både baljväxter och gräs. 10-30 % av en vall består vanligen av baljväxter och resten av gräs. Den Nya Zeeländska studie som gjorts av Caradus (1980) visar att olika arter tar upp olika mycket fosfor. Dock varierar upptaget beroende på mängden fosfor i marken. Det skulle vara intressant om mer forskning kunde göras inom området då jag endast lyckats hitta den Nya Zeeländska studie som berör ämnet. Skulle det visa sig att baljväxter tar upp mer fosfor än gräs vore det rimligt att baljväxtmängden i vallen påverkar hur mycket fosfor som får tillföras.

Från figur 6 i resultatet visas att det finns en tendens till samband mellan tillförsel och överskott av fosfor. Då P-värdet inte är under 0,05 kan med säkerhet inte ett samband visas dock finns det en tendens till samband och skulle fler gårdar varit med i studien är det sannolikt att det hade blivit ett samband. Detta samband kan tyda på risk för läckage vid för höga fosforgivor. Det är dock inte säkert att läckaget ökar då inte läckaget mätts i denna studie men då fosfor inte blivit upptagen av växter ökar risken för läckage.

Studien visar även att det finns en tendens att tillförsel av fosfor har ett samband med bortförsel av fosfor (se figur 7). Då P-värdet (0,051) är nära 0,05 kan det betyda att det förmodligen finns ett samband, men för att säkerställa det bör fler gårdar inom ett geografiskt större område bli undersökta. Jag anser att detta samband tyder på att restriktionen på 22 kg fosfor från organisk gödsel ha^{-1} inte har någon grund, då min studie tyder på att växterna till viss del anpassar sitt upptag av fosfor till hur mycket som gödslats.

Enligt Ericson (2011) bör det strävas efter att ha balans mellan tillförsel och bortförsel av fosfor. En mark med låga P-AL tal bör enligt Ericsson (2011) gödslas något mer än vad som förs bort via skörden och som Albertsson et al., (2017) påpekar i sin rapport bör gödslingen anpassas efter grödans behov. Detta stämmer inte med de restriktioner som finns för gårdar med mycket djur och höga fosfortal. Dessa gårdar kan få fler restriktioner än de allmänna 22 kg fosfor från organisk gödsel ha^{-1} . På gårdar med över 400 djurenheter och marker med höga fosfortal kan dessa gårdar enligt (Aurell 2016) på bli tvungen att räkna bort de fälten med höga fosforvärden från sin gödslingsareal. Som visas i figur 8 finns det inget samband mellan hög bortförsel av fosfor och höga P-AL tal

på de gårdar som deltagit i denna studie. Enligt mig visar detta på att det spridningsförbud vissa gårdar drabbas av på de markerna med höga P-AL tal inte fyller någon funktion. Enligt Greppa Näringen (2016a) ökar inte läckaget av fosfor från fält med höga P-AL tal. Detta innebär att varje år tas det från markens fosforförråd om gården inte tillför fosfor via mineralgödsel.

Från min sammanställning av analyser har jag kunnat se att de flesta av gårdarna utnyttjar att de får sprida mer fosfor från organisk gödsel det enskilda året vilket bidrog till att vissa gårdar tillförde mer fosfor än vad de förde bort via skörden. Jag har inte kunnat undersöka när på året stallgödseln blivit tillförd men om den spridits under de delar av året som växtligheten är låg finns det en ökad läckagerisk. Dock förde de två gårdarna med minst fosfortillförsel bort mer fosfor än vad de tillförde. Detta tyder på att det förs bort stora mängder fosfor även om det inte tillförs stora mängder fosfor. Detta skulle i sin tur leda till att markens fosfornivå sjunker även fast det gödslas med organisk gödsel. Då fosfor via handelsgödsel inte har några restriktioner kan det leda till en ökad användning av oorganisk fosfor vilket kan bli ett problem då oorganisk fosfor är en ändlig resurs.

För att få gödsla mer mängd stallgödsel ha^{-1} skulle ett sätt vara att minska fosformängden i gödseln. Ett sätt att lösa detta skulle kunna vara att lantbrukare köper in mindre fosfor via fodret. Enligt Steineck et al., (2000) är inköpta mineraler en källa för tillförsel av fosfor till en gård. Skulle inköpet av fosforrika mineraler minska i djurens foderstat skulle även mängden fosfor minska i stallgödseln vilket kan leda till högre giva stallgödsel i ton räknat per hektar. Viktigt är då att räkna på hur mycket fosfor som finns i flytgödseln och inte bara förlita sig på de riktvärden som finns. Sänkt fosforinnehåll i stallgödseln leder också till mindre fosfor på fältet vilket kan leda till gödsling med för lite fosfor. Graham et al., (2011) menar att för att få en balanserad fosforanvändning måste stallgödseln återföras till de fält som fodret kommer från. Detta kan bli komplicerat då vi idag importerar och fraktar foder långa sträckor, men skulle stallgödseln kunna återföras till de fält som fodret kommer från borde mineralgödselanvändningen och övergödningen som finns idag kunna minska. Jag har svårt att tro att det skulle fungera då kostnaderna skulle bli alldeles för höga vilket betyder att den gård som har gödseln måste tillvarata den på bästa sätt.

Intressant att notera är det Steineck et al., (2000) skriver om att gödsling av stallgödsel varit konstant sedan 1920-talet. På 1920-talet var fosfor en skördebegränsande faktor vilket ledde till stor spridning av fosfor via mineralgödsel. Med hjälp av mineralgödseln höjdes fosformängden i våra jordar. På grund av detta tycker jag det delvis är motsägelsefullt att det bara är den organiska gödseln som fått restriktioner om spridning. Lantbrukare som sprider fosfor via mineralgödsel har den ekonomiska aspekten som hindrar dem att sprida för mycket. Men vid okunskap hos lantbrukare skulle för hög fosforgödsling via mineralgödsel leda till samma effekt som för hög gödsling av stallgödsel. Då stallgödsel oftast är något som finns på gården innebär detta att det är svårt för lantbrukaren att se att det kostar pengar att sprida stallgödsel vilket stödjer en restriktion för organiska gödselmedel.

Det är svårt att hitta någon tydlig grund till restriktionen på 22 kg fosfor från organisk gödsel ha^{-1} . En av anledningarna till restriktionen som jag kan se det är för att motverka det läckage av fosfor som leder till algbloomning och övergödning av hav och vattendrag. En annan anledning kan vara den relativt jämna bortförelsen på 20 kg fosfor som Ulén et

al., (2004) visar i deras studie. Dock visar mina resultat att bortförseln kan vara betydligt högre. Jag har under studiens gång försökt ta reda på exakt vad restriktionen på 22 kg fosfor från organisk gödsel ha^{-1} bygger på men jag har inte hittat något. Jag har varit i kontakt med Aronson som jag refererat till i denna studie via epost, men hon kunde inte ge mig något svar utan hänvisade mig till Jordbruksverket. Jordbruksverket har under tiden detta arbete gjorts inte kommit med något svar på frågan.

Det finns idag vissa bestämmelser om när på året det är tillåtet att sprida organisk gödsel. Under vintermånader är det inte tillåtet att sprida organiska gödselmedel, det finns även förbud mot att sprida på hösten om det inte är i en växande gröda. Enligt Djodjic (2001) sker det mesta fosforläckaget periodvis då det är höga flöden och marken är vattenmättad. Skulle spridningen på något sätt kunna regleras så att den inte sker under blöta förhållanden eller att gödseln brukas ner i samband med spridning anser jag att det skulle vara tillåtet att sprida mer än vad som är tillåtet idag. En studie av Aronsson et al., (2014) visade att en nedbrukning kunde minska läckaget. Det går tydligt att se från Lewis et al., (2013) studie att under de blöta delarna av året läckte marken mer fosfor än under de månader med mindre nederbörd (Figur 2), vilket borde tala för att restriktionerna berör tidpunkten för spridning mer än de gör idag. Skulle tidsspannet minska för när organisk gödsel får spridas skulle gårdarna behöva större lagringskapacitet vilket skulle bli en stor kostnad i form av investeringar i lagringsanläggningar. Det bör även vägas in att om gödseln sprids under de månader på året då växten behöver gödseln blir det också ett högre utnyttjande av de näringsämnen som finns i stallgödseln.

Läckaget påverkas av jordarten, i figur 3 visas tydligt att läckaget skiljer sig mellan olika jordarter i vallodling. Idag finns endast restriktioner kopplade till jordarter för höstspridning av organiska gödselmedel. Restriktionen är kopplad till vilken lerhalt och vilken gröda som ska etableras. I figur 3 visas att det finns stora skillnader mellan olika jordarter. Jag anser även att hänsyn ska tas till jordarter vid bestämmelser för hur mycket organisk gödsel som får spridas och även när gödseln får spridas då vissa jordar är mer vattentåliga än andra. Det hade varit intressant att göra en studie som undersöker fosforupptagets påverkan av jordart, vilket inte kunde göras i min studie då analyserna är från flera olika fält med olika jordarter.

Vid jämförelse av ytavrinningens läckage med urlakningens läckage är det tydligt att urlakningen är betydligt större. Detta talar för att mer fokus borde ligga på att minska urlakningen istället för ytavrinningen. Ytavrinningen är svår att påverka då den ofta sker vid stora nederbördsmängder. Skyddszoner med gräs mot vattendrag skulle enligt Rankinen et al., (2001) kunna minska ytavrinningen med 50 %. Jag tycker mer fokus borde vara på att arbeta med jorden så den har möjlighet att absorbera så mycket fosfor som möjligt och därmed minska urlakningen. Geranmayeh & Aronsson (2015) menar att odlingsåtgärder har liten inverkan på fosforläckaget, men kan läckaget minskas även fast det är litet anser jag att det bör göras. Då nederbörden är svår att påverka är odlingsåtgärder en sak lantbrukarna kan arbeta med att göra bättre. Jag anser att en lantbrukare borde bli belönad om hen arbetar för att motverka sitt läckage. Hur belöningens utformning skulle se ut är svårare att bestämma då en belöning med tillåtelse av högre gödselgivor blir motsägelsefullt då det i sig riskerar att öka läckaget även fast det kanske just är en sådan belöning som lantbrukaren vill ha. Ett arbete som motverka packningsskador kan vara att tillämpa fasta körspår eller låga däcktryck vid körning i fält. På jordar med låg aggregatstabilitet bör strukturstärkning göras för att höja

stabiliteten och på så sätt minska läckaget. Ett annat sätt som skulle kunna belönas kan vara att mylla ner stallgödseln i samband med spridningen. Även vall i växtföljden borde belönas då den sannolikt minskar ytavrinningen eftersom den liknar en skyddszon dock gödslas den och får således inte kallas en skyddszon.

Materialet och metoden som använts för denna studie har vissa brister. De brister som finns är att den endast tar upp 5 gårdars analyser. Gårdarna ligger alla i Halland vilket betyder att de har liknande förutsättningar och därför är det svårt att säga att resultatet gäller för fler områden. Analyserna av vallen borde gjorts direkt på fältet istället för i silon, för att mer säkert kunna fastställa fosformängden i skörden. Skördestorleken har som nämnts stor betydelse för bortförseln av fosfor, därför borde skörden noggrant vägts för att kunna fastslå skördens storlek. Det som nämnts ovan som inte kunnat göras i denna studie vore intressant om fortsatt forskning kunde ta upp för att mer säkert kunna bekräfta eller dementera resultaten. Denna studie visar en tydlig tendens att om de skördestorlekar lantbrukarna har uppgett stämmer så finns en betydligt större bortförsel av fosfor än vad som får läggas tillbaka via organisk gödsel även fast mer organisk gödsel sprids det enskilda året. Dock finns det ett starkt samband mellan hög tillförsel av fosfor från organisk gödsel och högt överskott vilket skulle kunna leda till högre läckage.

SLUTSATS

Utifrån diskussionen har jag kommit fram till några punkter som jag vill lyfta som en slutsats.

- Lagen om 22 kg fosfor från organisk gödsel ha⁻¹ borde ses över för att göras mer regionsbaserad och mer årstidsanpassad. Hänsyn borde tas till artsammansättningen i vallodlingen, skördestorlekar, jordarter och nederbördsmängd.
- De restriktioner som kan drabba lantbrukare med över 400 djurenheter om spridningsförbud på marker med höga P-AL tal bör även de ses över. Det bör få tillföras lika mycket fosfor som förs bort, forskning visar att en mark med höga P-AL tal inte läcker mer än en mark med låga P-AL tal.
- Resultatet från analyserna i denna studie visar att det finns en tendens att hög tillförsel av fosfor även ger hög bortförsel av fosfor.
- Det finns även tendens till samband mellan hög tillförsel av fosfor via organisk gödsel och högt överskott av fosfor. Men då studien endast innehåller 5 utvalda gårdar är det svårt att säkerställa att detta är en sanning.

REFERENSER

Skriftliga

- Albertsson, B. Börling, K. Kudsk, T. & Kvarmo P. (2017). *Rekommendationer för gödsling och kalkning*. Jordbruksverket
- Aronsson, H. Liu, J. Torstensson, G. Ekre, E. Salomon, E. (2014) Effects of pig and dairy slurry application on N and P leaching from crop rotations with spring cereals and forage leys. *Springer science+bussines media dordrecht*. Ss.281-291.
- Aronsson, H. & Johnsson, H. (2017). Reglers betydelse för åtgärder mot jordbrukets kväve-och fosforförluster. Uppsala: SLU Ekohydrologi 145.
- Bergström, L. Linder, J. Andersson, R. (2008). Fosforförluster från jordbruksmark - vad kan vi göra för att minska problemet?. *Växteko*, Vol. 27 ss. 9-11.
- Bertilsson, G. Rosenqvist, H. & Mattsson, L. (2005). *Fosforgödsling och odlingsekonomi med perspektiv på miljömål*. Stockholm: NV rapport 5518.
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5518-6.pdf?pid=3140>
- Caradus, J. R. (1980). Distinguishing between grass and legume species for efficiency of phosphorus use. *Journal of Agricultural Research*, Vol. 23 ss.75-81.
- Delin S. & Engström L. (2014). *Att sprida organiska gödselmedel*. Jordbruksinformation 9 – 2014. Jordbruksverket, Jönköping.
<http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/jo149.html> [2017-03-27]
- Djodjic, F. (2001) Lerjordar läcker mycket fosfor. *Fakta jordbruk*. Vol 13.
- Eriksson, J. Dahlin, S. Nilsson, I. & Simonsson, M. (2011) *Marklära*. 1. Uppl. Ort: Lund Studentlitteratur AB. ss. 263-267.
- Fogelfors, H. (2015) *Vår mat*. 1. Uppl. Ort: Lund Studentlitteratur AB.
- Geranmayeh, P. & Aronsson, H. (2015) *Fosforförluster från jordbruksmark*. Stiftelsen lantbruksforskning.
- Graham, K. MacDonald. Elena, M. Bennett. Philip, A. Potter. & Ramankutty, N. (2011) *Agronomic phosphorus imbalances across the world's croplands*. Proc Natl Acad Sci USA 108:3086–3091.
- Greppa näringen (2016a) *Fosfor orsakar övergödning av sjöar och vattendrag*.
<http://www.greppa.nu/miljo-och-klimat/overgodning/fosfor.html> [2017-03-30]
- Greppa näringen (2016b) *Stallgödsel på fosforrika jordar*.

<http://www.greppa.nu/arkiv/nyhetsarkiv/2016-06-28-stallgodsel-pa-fosforrika-jordar.html>

Greppa näringen (2016b) *Stallgödsel på fosforrika jordar*.
<http://www.greppa.nu/arkiv/nyhetsarkiv/2016-06-28-stallgodsel-pa-fosforrika-jordar.html> [2017-04-05].

Johnson, B. (1998) Fosfor och fosforgödsling. *Växtpress* Vol. 3 ss. 3

Johnsson, H. Larsson, M. Lindsjö, A. Mårtensson, K. Persson, K. & Torstensson, G. (2008) *Läckage av näringsämnen från svensk åkermark*. Stockholm: Naturvårdsverket (Rapport, 5518).

Johnsson, H. Mårtensson, K. Lindsjö, A. Persson, K. Andrist Rangel, Y. & Blombäck, K. (2013) *Läckage av näringsämnen från svensk åkermark*. Norrköping: SMED (Rapport 189 2016).

Jordbruksverket (2015) *Välj rätt vallfröblandning*.
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/jordbruksgrödor/vall/vallblandningar.4.23f3563314184096e0d7ce7.html> [2017-03-17]

Jordbruksverket (2016) *Stallgödsel-växtnäringsinnehåll och långtidsverkan*.
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/jordbruksgrödor/vete/vaxtnaring/stallgodsel/tabellerstallgodsel.4.3229365112c8a099bd980001803.html> [2017-03-27]

Lag om miljöhänsyn (2012). Jönköping (SJVFS 2012:41)

Lag om miljöprövning (2013). Stockholm (SFS 2013:251)

Lewis, C. Rafique, R. Foley, N. Leahy, P. Morgan, G. Albertson, J. Kumar, S. & Kiely, G. (2013) Seasonal exports of phosphorus from intensively fertilized nested grassland catchments. *ScienceDirect*. Vol 25. Ss. 1847-1857.

Liu, J., Aronsson, H., Blombäck, K., Persson, K. & Bergström L. (2012) Long-term measurements and model simulations of phosphorus leaching from a manured sandy soil. *Journal of Soil and Water Conservation*. vol. 67:2

Malgeryd, J. Karlsson, S. Rodhe, L. & Salomon, E. (2002) *Lönsam stallgödselhantering*. Uppsala: JTI- Institutet för jordbruks- och miljöteknik.
<http://www.jti.se/uploads/jti/t99.pdf>

Ericson, L. (2011) *Norrländsk växtodling*. Umeå: LRF Västerbotten.

Rankinen, K. Tattari, S. & Rekolainen S. (2001). Modelling of vegetative filter strips in catchment scale erosion control. *Agricultural And Food Science In Finland* Vol. 10:99-112.

SCB (2016) *Jordbruksstatistisk sammanställning*.

<http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/jordbruksstatistisk-sammanställning-2016-med-data-om-livsmedel-tabeller.html>

SMHI (U.Å) *Månads-, årstids- och årskartor*.

<https://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/kartor/monYrTable.php?myn=2&par=nbSeasAvv> [2017-04-27]

Steineck, S. Gustafsson, A. Stintzing, A. R. Salomon, E. Myrbeck, Å. Albin, A. Sundberg, M. (2000). *Växtnäring i kretslopp*. Uppsala.

Ulén, B. (2005) *Fosforförluster från mark till vatten*. Stockholm: Naturvårdsverket (Rapport 5507).

Ulén, B. (2002) Undvik fosforläckage när lerjordar gödslas. *Fakta jordbruk*. Vol 2.

Ulén, B. Aronsson, H. Torstensson, G. Mattsson, L (2004) Svårt förutsäga utlakning i växtföljder. *Fakta jordbruk*. Vol 11

Ulén, B. & Lindvall, A. (2009) *Övervakning med SLU:s långliggande odlingssystem med och utan stallgödsel*. Uppsala: SLU-institutionen för mark och miljö.

Vitousek, P. M. Naylor, R. Crews, T. David, M.B. Drinkwater, L.E. Holland, E. Johnes, P.J. Katzenberger, J. Martinelli, L.A. Matson, P.A. Nziguheba, G. Ojima, D. Palm, C.A. Robertson, G.P. Sanchez, P.A. Townsend, A. R. Zhang F.S. (2009) Nutrient Imbalances in Agricultural Development. *SCIENCE*. Vol 324.
<http://science.sciencemag.org/content/sci/324/5934/1519.full.pdf>

Muntliga

Anna Aurell, Växa Sverige, 2016-11-11

